Über das Aufblühen der Gräser

von

Heinz Zuderell.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Prag.
Nr. 122 der zweiten Folge.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Oktober 1909.)

Die vorliegende Arbeit verfolgt den Zweck, das Aufblühen der Gräser in seiner Abhängigkeit von äußeren Faktoren, Licht, Wärme, Temperatur, Erschütterung etc.... zu verfolgen und gleichzeitig die bei der Anthese so hervorragend beteiligten Lodikeln einer anatomischen Untersuchung zu unterwerfen. Obwohl wir namentlich durch die Arbeiten Askenasy's[1], Hackel's[2], v. Liebenberg's[3], Rimpau's[4] und anderer über den Aufblühvorgang der Gramineen in vielfacher Beziehung genau unterrichtet sind und wertvolle Tatsachen aufgeschlossen wurden, so haben wir doch über die Einwirkung äußerer Faktoren nur unzureichende Kenntnis. Auch bedürfen manche Behauptungen einer erneuten experimentellen Überprüfung oder einer kritischen Sichtung.

Über Anregung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. H. Molisch habe ich es nun unternommen, den eben skizzierten Aufgaben nachzugehen. Es drängt mich, ihm gleich hier für die Anregung zu dem vorliegenden Thema sowohl, sowie

---

[1] E. Askenasy, Über das Aufblühen der Gräser. Verh. d. Naturhist. med. Vereines zu Heidelberg, II. Bd., 4. H., p. 261 (1879).

[2] E. Hackel, Über das Aufblühen der Gräser. Bot. Ztg., 1880, p. 432.

[3] v. Liebenberg, Über das Aufblühen der Gräser. Wiener Land. Ztg., 1881, p. 288 und 300.

[4] Rimpau, Das Blühen des Getreides. Landw. Jahrb., 1882, p. 875.

für die Fülle von Winken und Ratschlägen, die er mir im Laufe der Zeit gab, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Auch ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Privatdozenten Dr. O. Richter für seine gütige Unterstützung und das mir stets bewiesene Interesse meinen herzlichsten Dank abzustatten.

. Die Bedeutung der Lodikeln für das Öffnen der Blüten.

Hackel's[1] Verdienst ist es vor allem, die Lodikeln in ihrer Bedeutung erkannt zu haben. Er erbrachte als erster den Beweis, daß bei allen Grasblüten, die sich während der Anthese öffnen, diese unscheinbaren Gebilde am Grunde der Blüte zwischen Fruchtknoten und Deckspelze die Hebeleinrichtung für das Fortbewegen der Deckspelze von der Vorspelze darstellen. Sie schwellen nämlich durch Wasseraufnahme aus den Nachbargeweben zur Zeit der Anthese rasch zu hellen zwiebelförmigen Körperchen an und verursachen dadurch das Spreizen der Blütenspelzen. Daraus ergibt sich auch umgekehrt die Folgerung, daß überall dort, wo diese Erscheinung der Spelzenspreizung nicht zutage tritt, die Lodikeln entweder gar nicht vorhanden oder aber so rudimentär entwickelt sind, daß sie diese Funktion nicht auszulösen vermögen. In der Tat konnte er auf Grund seiner Untersuchungen den Schlußsatz aufstellen: »Der Grad des Auseinandertretens der Spelzen steht im genauen Verhältnis zu der Ausbildung der Lodiculae und es unterliegt daher keinem Zweifel, daß die Lodiculae selbst die Hebel jener Bewegung sind.«

Für die Höhe der Entwicklung der Lodikeln führt er dann auch charakteristische Gruppen und Vertreter an, so z. B. von jenen Gramineen, bei welchen die Lodikeln ihrer ganzen Ausdehnung nach kräftig anschwellen, die Paniceen, Andropogoneen und Arundinaceen, von jenen, bei welchen nur die Basis der Lodikel anschwillt, die Avenaceen, Festucaceen und Triticeen, von jenen mit rudimentär entwickelten Lodikeln, *Phleum* und *Phalaris*, und schließlich von jenen, welchen diese Gebilde ganz fehlen, *Anthoxanthum*, *Alopecurus*, *Nardus stricta* u. a.

Trennt man z. B. von einer Roggenähre, welche bereits abgeblühte geschlossene, blühende offene und noch unaufgeblühte, junge geschlossene Blüten zeigt, von mehreren Ährchen aller drei Stadien die Deckspelze los und betrachtet die Lodikeln in ihren verschiedenen Entwicklungsstufen, so wird man mit freiem Auge oder schwacher Vergrößerung leicht die Unterschiede feststellen können. Die jungen Lodikeln zeigen zwar

[1] E. Hackel, l. c., p. 433.

auch eine glänzende Oberfläche, aber die charakteristische Zwiebelbildung ist noch nicht vorhanden, was mit der Angabe Rimpau's[1] übereinstimmt: »In den jungfräulichen Blüten fand ich dieselben (die Lod.) stets turgeszent, aber relativ dünn«. Alle frisch aufgeblühten hingegen zeigen die Lodikeln mit ihrer halbkugelförmigen Basis in hochgradiger Turgeszenz.

Dafür spricht auch eine Beobachtung Hackel's,[2] welcher zeigte, daß Lodikeln, wenn sie mit einer Nadelspitze gestochen werden, sofort ein Flüssigkeitströpfchen austreten lassen. Von der Richtigkeit dieser Angabe habe ich mich überzeugt, nur ist es notwendig, daß man äußerst feine Nadelstiche macht.

Rimpau[3] sagt sogar, daß er häufig an den in voller Turgeszenz stehenden Lodikeln Wassertröpfchen gefunden habe und hält es nicht für unmöglich, daß diese durch den Turgor herausgedrängt worden seien. Er fügt aber dann noch hinzu, daß eine mechanische Verletzung sehr leicht unbeabsichtigt möglich sei. Das letztere dürfte wohl auch, wenn es sich nicht um Kondensationswasser handeln sollte, in Wirklichkeit der Fall gewesen sein; ich konnte wenigstens nach vorsichtiger Präparation niemals Wassertröpfchen an der Oberfläche der Lodikeln bemerken.

Die Lodikeln abgeblühter, geschlossener Ähren zeigen ein wesentlich anderes Bild als die jugendlichen und die blühfrischen. Sie haben eine matte, weiße Oberfläche und sind zu dünnen faltigen Häutchen oder Schüppchen eingeschrumpft. Die Stadien der Blühreife und des Einschrumpfens werden unter günstigen Bestäubungsverhältnissen oft schon in dem überraschend kurzen Zeitraum von 15 bis 30 Minuten durchlaufen. Diese Schnelligkeit spricht dafür, daß es sich hier nicht um einen auf Zellvermehrung beruhenden Wachstumsvorgang, sondern um eine rapide, durch Wasseraufnahme bedingte Zellstreckung handelt.

Dasselbe hat auch Askenasy[4] in bezug auf das rasche Wachstum der Filamente durch genaue Beobachtungen und Messungen festgestellt. Ich habe diese Messungen wiederholt und kann sie nur vollinhaltlich bestätigen.

---

[1] Rimpau, l. c., p. 875.

[2] Hackel, l. c., p. 437.

[3] Rimpau, l. c., p. 785.

[4] Askenasy, l. c., p. 261 ff.

Daß die stark turgeszenten Lodikeln während der Anthese wirklich die Spelzen aus ihrem Verbande lösen und durch ihren Druck die Deckspelze von der Vorspelze bis zu einem gewissen Winkel abdrängen, kann aus verschiedenen Umständen erschlossen werden. So möchte ich hier anführen, daß es bisweilen bei sehr vorsichtigem Herauspräparieren der Lodikeln gelingt, das Zurückfedern der Deckspelze direkt beobachten zu können. Hiebei muß man namentlich trachten, die Deckspelze nicht über ihre normal gespreizte Lage zu bringen, weil man sonst eben an die Elastizität ihrer Gewebe zu hohe Anforderungen stellt. Ferner spricht auch der Umstand, daß nach erfolgter Bestäubung, womit gleichzeitig das Einschrumpfen der Lodikeln erfolgt, das Zurückgehen der Deckspelze aus der gespreizten in die geschlossene Stellung stattfindet, in gleicher Weise für die oben angeführte Bedeutung der Lodikeln.

Zudem hat bereits Hackel[1] dargetan und durch eine treffliche Zeichnung illustriert, daß die Lodikeln während der Anthese beiderseits fest und lückenlos an Ovarium und Deckspelze anschließen und der Schwellkörper selbst genau in die beim Abbiegen der Deckspelze von dieser gebildete Falte hineinpaßt. Schließlich hat auch Rimpau[2] gezeigt, daß die gespreizten Spelzen vor Entfernung der Lodikeln einen fühlbaren Widerstand entgegensetzen, während jedoch nach deren Entfernung ein kurzer Druck mit dem Finger genügt, um die Spelzen für immer zu schließen.

Der ganze Vorgang des Aufblühens unserer Gräser bietet aus dem Grunde schon so viel des Anziehenden und Interessanten, weil er sich bei manchen derselben mit Leichtigkeit direkt beobachten läßt. Ich bemerke gleich hier, daß mir als Objekt in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Versuchsanstellungen Roggen, *Secale cereale*, gedient hat, weil diese Pflanze das Aufblühen mit außerordentlicher Schnelligkeit besorgt und die Organe der Blüte hier relativ groß sind.

Es ist allbekannt, daß blühreife Roggenähren auf sehr verschiedentliche Art zum Aufblühen gebracht werden können: »durch leichtes Streichen der Ähre zwischen den Fingern, kräftiges Schütteln am Halm, Aneinanderschlagen der Ähren, manchmal bloßes Tragen der Ähre in der Hand und durch Herab-

[1] E. Hackel, l. c., p. 434 und 435.

[2] Rimpau, l. c., p. 785.

stellen des Pflanzentopfes auf den Boden« (Tschermak,[1] ferner auch Wilson[2]), »beim Streichen durch den Mund, beim Tragen unter dem Hute, Einschließen in die Hohlhand« (v. Liebenberg[3]) usw. Man weiß auch, daß der Wind beschleunigend auf das Abblühen des Roggens einwirkt.[4] Ja, manchmal genügt auch ein leiser Luftzug in einem Zimmer, durch irgendeine Ursache herbeigeführt, ein unvorsichtiges Auftreten auf den Fußboden in der Nähe der aufgestellten Objekte, ja auch das bloße Anfliegen einer einzigen Stubenfliege an eine blühreife Ähre, um den Anstoß zur Auslösung des Blühens zu geben.

Wie man sieht, handelt es sich bei allen diesen Blühauslösungsursachen um irgendeinen mechanischen Akt, der die Veranlassung gibt zu dem Anschwellen der Lodikeln und damit dem Spreizen der Spelzen und in weiterer Folge zu dem Hervortreten der Staubgefäße, kurz zum Aufblühen überhaupt. Welcher Art ist nun dieses merkwürdige Verhalten der Lodikeln?

II. Sind die Lodikeln Organe für mechanische Reizung?

Tschermak[5, 6] hat in zweien seiner Abhandlungen die Ansicht ausgesprochen, das Spreizen der Spelzen, Heraustreten und Platzen der Antheren am blühreifen Roggen sei eine Turgeszenzbewegung infolge mechanischer Reizung. In derselben Arbeit heißt es: »Die Lodiculae ein mechanisch reizbares Turgeszenzorgan, ein excitomotorischer Apparat«. Für die Beurteilung der Richtigkeit der Tschermak'schen Behauptung scheint es mir von Wichtigkeit zu prüfen, ob das Aufblühen der Gräser auch ohne jede mechanische Reizung erfolgen kann. Da sich nun in der freien Natur wohl kaum die Gelegenheit bieten dürfte, die Beobachtungen derart anzustellen, daß man sagen kann, die Pflanze sei bei vollständiger Ruhe aufgeblüht, so war es notwendig, dies im Laboratorium durch möglichst einwandfreie Experimente durchzuführen.

---

[1] E. Tschermak, Über künstliche Auslösung des Blühens beim Roggen. Berichte der d. bot. Gesellsch., Heft 8, p. 445 ff.

[2] Wilson, nach Just's Bot. Jahresber. für 1875, p. 903.

[3] v. Liebenberg, zitiert nach Tschermak, l. c.

[4] Nowacky, zitiert nach Tschermak, l. c.

[5] E. Tschermak, l. c., p. 447.

[6] E. Tschermak, Die Roggenblüte künstlich auslösbar. Deutsche landw. Presse, 1904, Nr. 85.

Vorbereitung der Versuche. Zu diesem Zwecke wurden die einschlägigen Versuche im Sammlungszimmer des hiesigen k. k. Pflanzenphysiologischen Institutes durchgeführt. Es ist dies ein großes, gegen Südwest gelegenes Zimmer mit fünf Fenstern, wovon ich zwei an der Südwestecke, das eine gegen Süden mit Vormittagssonne, das andere gegen Westen mit Nachmittagssonne gelegene, zur Benützung übernahm. Die Fugen der Fensterrahmen wurden, um einen Luftstrom vom Freien auf die Objekte zu verhindern, noch durch mit Reißnägeln befestigtes Papier verschlossen, trotzdem es Doppelfenster waren. Die Türe, durch welche man das Zimmer betritt, befindet sich in jener Ecke, die diagonal gegenüber liegt derjenigen, wo die Versuche aufgestellt wurden. Überdies stehen im Innern des Museums mannshohe und 4 *m* lange Sammlungskästen, die einen zu den Längs-, die anderen zu den Breitseiten der Wände parallel gestellt, so daß ein direkter Luftzug von der Türe zur Versuchsecke wohl so gut wie ausgeschlossen ist.

Das Material verschaffte ich mir von Fall zu Fall aus der kornreichen Umgebung Prags und der kühle Monat Juni des Sommers 1907 gewährte mir einen verhältnismäßig langen und ausgiebigen Gebrauch des so außerordentlich günstigen Materials von *Secale cereale*. Selbstredend muß man beim Sammeln im Freien und Überbringen in das Zimmer fast stets auf eine Blütenperiode verzichten, weil durch das Ausziehen oder Abschneiden und Tragen bei allen völlig entwickelten Ährchen der Blühvorgang ausgelöst wird. Eine Pflanze beansprucht aber stets einen Zeitraum von 3 bis 4 Tagen zu ihrem völligen Abblühen, weshalb man also immer noch auf eine oder zwei ausgiebige Blüteperioden rechnen kann. Unterdessen muß ja ohnedies wieder frisches Material aus dem Freien beigebracht werden, da man mit Recht einwenden könnte, daß die Pflanzen durch längeres Stehen im Zimmer leiden und daher auch nicht mehr als ganz einwandfreie Objekte angesehen werden können.

Danach ergaben sich folgende Vorbereitungen zu den Versuchen, die stets peinlich beobachtet wurden. Um bei der nächsten Anthese ein möglichst deutliches Bild zu erhalten, wurden, nachdem sich die Spelzen wieder geschlossen hatten, von dem zuerst abgeblühten Materiale vor Einstellung des Versuches die entleerten Antheren samt den Filamenten mit einer Pinzette vorsichtig entfernt. Die Objekte wurden dann noch einige Zeit kontrolliert, um auch, was nicht selten der Fall war, infolge dieser Handhabung noch nachträglich zum Aufblühen gebrachte Ährchen abermals in derselben Weise zu behandeln.

Die eigentliche Versuchsanstellung. Es wurden stets mehrere (5 bis 7) Ähren in je ein Glas gegeben. Der Versuchstisch am Fenster, die Sammelkästen mit ihrer massiven Konstruktion boten nun genug Gelegenheit, die Versuchsobjekte

möglichst zitterfrei und ungefährdet durch Erschütterung aufzustellen.

Versuchskontrolle. Der Aufenthalt im Zimmer wurde auf das kleinste Maß und die geringsten Bewegungen eingeschränkt, sowie überhaupt jegliche Vorsichtsmaßregel angewandt, z. B. vorsichtiges Gehen auf den Zehenspitzen, Unberührtlassen der Gefäße, Geschlossenhalten des Mundes und Einhalten des Atems in der Nähe der Gefäße u. s. w. Vor Verlassen des Zimmers wurde dann stets noch einmal alles genau besichtigt und allfällige kleine Veränderungen betreffs Blühens notiert.

Versuchsergebnis. Nach Verlauf von 1 bis 2 Tagen, je nach der individuellen Entwicklungsfähigkeit der einzelnen Ähren, waren bereits wieder mehr oder minder zahlreiche Ährchen frisch aufgeblüht! Es dürfte also wohl nicht mehr zweifelhaft sein, daß *Secale* spontan, ohne äußeren mechanischen Anstoß aufzublühen vermag. Tschermak[1] führt auch selbst an: »Oft mag ja ein sehr geringer mechanischer Reiz den Blühvorgang auslösen, vielleicht ist auch das nicht notwendig, ja auch tatsächlich der Fall, daß eine Ähre sich schließlich spontan zu öffnen vermag«. Jedoch fand ich keine Angaben von diesbezüglichen genaueren Versuchen in seinen Abhandlungen.

Tschermak legt einen besonderen Wert darauf, daß es sich in den Lodikeln um einen excitomotorischen Apparat handelt, der auf einen mechanischen Reiz hin direkt reagiert. Das normale Aufblühen des Roggens bei Ausschluß von mechanischen Erschütterungen scheint mir aber gegen die Tschermak'sche Ansicht zu sprechen und die andere ursprüngliche Meinung einfacher und erklärlicher zu machen, wonach die künstliche Auslösbarkeit des Blühens beim Roggen lediglich auf der Beseitigung eines Hindernisses von seiten der festverbundenen Spelzen, der Aufhebung einer latenten Spannung beruht.

Dieselbe Ansicht vertritt Askenasy[2] in bezug auf die Streckung der Filamente: daß man bei solchen Grasblüten, die zum Aufblühen reif sind, zu

---

[1] E. Tschermak, l. c., p. 448.

[2] E. Askenasy, l. c.

jeder Tageszeit das Auswachsen der Filamente bis zu ihrer vollständigen Länge veranlassen könne, wenn man die beiden Spelzen der Blüte auseinander biegt. »Diese beiden Spelzen wirken hier somit als Hemmungseinrichtung.« Mit den weiteren Angaben Askenasy's stimmen auch jene v. Liebenberg's[1] überein, daß die noch geschlossenen Spelzen durch ihre Form die Staubfäden zurückhalten. Seine Meinung nun, wie es komme, daß schon nach kurzer Zeit neue Staubfäden hervortreten, wenn man eine Ähre mit schon herausgetretenen Staubfäden mehrmals zwischen den Lippen durchzieht — ein Vorgang, durch den jene abgestreift werden — ist folgende: »Es sind einfach die Spelzen etwas in ihrer normalen Lage verschoben worden und das genügt, um die Fäden zum Wachstum zu veranlassen.« Askenasy[2] sagt ferner: »Wenn die Staubfäden der Gräser unter natürlichen Verhältnissen zu einer bestimmten Zeit auswachsen, so ist dies eine Folge davon, daß die Spelzen der Blüten zu einer bestimmten Zeit auseinanderweichen.«

Der Grund davon aber, daß die Spelzen der Blüten zu einer bestimmten Zeit sich öffnen, dürfte wohl der sein, daß die Lodikeln schließlich in ihrer Entwicklung ein solches Stadium erreicht haben, daß sie eben vermöge dessen allein schon, ohne irgendeinen äußeren mechanischen Faktor imstande sind, spontan die Hemmung zu überwinden und das Spreizen der Spelzen zu veranlassen. Das Auswachsen der Filamente erfolgt als gleichzeitige Erscheinung. Unter den Verhältnissen, wie sie sich im Freien ergeben, wird wohl das Aufblühen infolge eines äußerlichen Anstoßes weit häufiger der Fall sein als infolge voll erreichter Entwicklung bei absoluter Ruhe. Wenn eben die Lodikeln knapp vor ihrer vollständigen Entwicklung angelangt sind, so genügt schon der kleinste mechanische Anlaß, den Druck infolge Elastizität der Deckspelzenbasis zu beseitigen, die Spelzen aus ihrem Verbande zu lösen und dadurch eine rasche Wasseraufnahme von seiten der Lodikeln zu ermöglichen.

Tschermak[3] glaubt öfters nach Abreißen der Deckspelze in wenigen Sekunden ein deutliches Anschwellen der Lodikeln zu hellen, glänzenden Bläschen direkt gesehen zu haben. Daß dies tatsächlich der Fall ist, kann man auch durch folgendes Experiment beweisen: man lockert an einer Ähre die Spelzen ein wenig aus ihrem Verbande und beobachtet sie: die Deck-

[1] v. Liebenberg, l. c., p. 288.
[2] Askenasy, l. c., p. 261.
[3] E. Tschermak, l. c., p. 447.

spelze federt scheinbar gleich wieder vollständig in ihre frühere Stellung zur Vorspelze zurück, aber bereits nach Verlauf von 1 oder 2 Minuten wird man ein deutliches Spreizen mit fühlbarem Widerstande wahrnehmen können: die Lodikeln sind hochgradig turgeszent geworden! Jedoch scheinen mir diese zwei Versuche zum mindesten in gleichem Maße Anspruch erheben zu können auf die Annahme der Beseitigung eines Hemmnisses als auf jene einer direkten Reizerscheinung.

Anders würde es sich allerdings verhalten mit folgender Angabe Tschermak's:[1] »Wurde die Deckspelze sehr sorgfältig entfernt, so blieben die Lodikeln zunächst unverändert und die Anschwellung schien erst auf direkte Berührung einzutreten«. Ich habe mich oft bemüht, diesen Versuch nachzumachen, bei Roggen sowohl wie bei Weizen, allein stets mit negativem Erfolge. Leider spricht sich Tschermak über diese Versuchsanstellung nicht genauer aus, führt keine Messungen an, ferner erwähnt er nicht, ob er den Versuch unmittelbar nach Bloßlegung der Lodikeln gemacht habe. Bei meinen Versuchen erfolgte entweder direkt auf Entfernen der Deckspelze das Anschwellen der Lodikeln und Strecken der Filamente, oder aber, wenn dies nicht der Fall war, so traten diese Erscheinungen auch nicht mehr auf ein direktes Berühren hin ein.

III. Einfluß äußerer Faktoren auf das Aufblühen.

1. Transpiration.

Versuchsanstellung. Zimmertemperatur: zirka 20° C. Sechs blühreife Roggenähren wurden in ein mit Wasser gefülltes Glas gegeben und unter Glasglocke in einer Keimschale mit Wasserabschluß ruhig im Lichte stehen gelassen.

Kontrolle: Derselbe Versuch ohne Glasglocke.

Bei dem Versuche befanden sich also die Pflanzen im dampfgesättigten Raume, wo Transpiration ausgeschlossen ist. Die Versuche wurden natürlich oftmals wiederholt und ergaben immer denselben Erfolg: es zeigt sich beiderseits ein kräftiges Aufblühen, doch ist man regelmäßig geneigt, das Blühen des

---

[1] E. Tschermak, l. c., p. 447.

freistehenden Versuches ein stärkeres zu nennen, was sich denn auch tatsächlich als richtig erweist. Hebt man nämlich vom Versuche vorsichtig die Glasglocke ab — ohne eine der Ähren zu streifen! —, so kann man des öfteren noch das eine oder andere Ährchen frisch aufblühen sehen. Gleichzeitig tritt auch an einem Teile der frisch aufgeblühten Ähren noch ein kräftiges Stäuben ein, was jedenfalls auf Austrocknen der Antherenwandungen beruht. Rimpau[1] teilt mit, daß Blackley denselben Versuch unter Glasglocke gemacht habe, wobei kein Platzen der Antheren eintrat. Bei meinen Versuchen vermochte stets ein Teil auch beim Aufblühen unter der Glasglocke zu stäuben, namentlich dann, wenn dies im direkten Sonnenlichte vor sich ging.

Man kann also annehmen, daß Transpiration das Aufblühen von *Secale*, wenn auch in geringem Maße, begünstigt. Es darf dies gar nicht überraschen, denn wir wissen auf Grund der Untersuchungen von Wiesner,[2] daß das Öffnen vieler Blüten durch Transpiration gefördert wird.

2. Temperatur.

Godron[3] hat nebst genauen Angaben der Tagesstunden, in welchen das Aufblühen der verschiedenen Getreidearten erfolgt, auch die Temperaturminima, bei welchen es noch vor sich gehen kann, bestimmt. (Für Roggen 14° C.) Ich habe darüber keinerlei nähere Versuche angestellt, da es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß das Aufblühen innerhalb gewisser Temperaturgrenzen mit wechselnder Raschheit erfolgt.

Mir war hauptsächlich daran gelegen zu konstatieren, ob Ähren, die sich bereits in einer zum Aufblühen günstigen Temperatur befanden, durch größere Temperaturschwankungen in ihrem Blühen beeinflußt werden können.[1] Ich benutzte dazu

---

[1] Rimpau, l. c., Der Roggen.

[2] J. Wiesner, Studien über das Welken von Blüten und Laubsprossen.

[3] Godron, De la floraison des Graminées. Mém. de la soc. nat. des sciences nat. de Cherbourg, XVIII, p. 105 (1873), zitiert nach Just's Bot. Jahresber., Jahrg. 1873, p. 367.

[4] Zunächst wollte ich wissen, ob durch Einstellen der Ährenstiele in Wasser von höherer Temperatur das Aufblühen gefördert wird.

kommunizierende Gefäße und gab auf der einen Seite mehrere Exemplare hinein, während der andere Teil frei blieb, um am nächsten Tage Wasser von einer anderen Temperatur nachgießen zu können, ohne die Pflanzen zu erschüttern. Als Kontrolle dienten Exemplare, die sich in Gefäßen mit Wasser von gewöhnlicher Temperatur befanden. Die Zimmertemperatur variierte zwischen 19 und 23° C. Die Temperaturen der Flüssigkeiten stiegen bis auf 42° C. einerseits und sanken auf 14° C. andrerseits. Die Objekte wurden dann jedesmal geraume Zeit hindurch beobachtet. Niemals trat jedoch irgendeine Veränderung ein, weder am Versuche selbst noch an der Kontrolle. Wurden hingegen die Gefäße leicht erschüttert oder die Ähren sanft mit der Hand bestrichen, so stellte sich auch alsbald schon das Aufblühen ein.

Auch v. Liebenberg sagt über das Aufblühen von Ähren, welche in der Hohlhand getragen werden: »Hierbei ist Wärmezufuhr kein wesentliches Agens: Einer blühreifen Pflanze entnimmt man vorsichtig eine Ähre und gibt sie in einen Wärmeschrank von 30° C.; es tritt kein sofortiges Blühen ein, wohl aber auf Streichen hin.« Ich kann diesen Versuch v. Liebenberg's, den ich bei verschiedenen Temperaturen im Wärmeschranke wiederholte, vollauf bestätigen.

3. Licht.

Bei den Versuchen, die ich in bezug auf die Möglichkeit des Aufblühens bei vollständiger Ruhe machte, fiel es mir des öfteren auf, daß die Exemplare, welche am Südfenster aufgestellt waren, am Vormittag und jene am Westfenster am Nachmittag aufblühten, obwohl sie doch genau in gleicher Weise behandelt und zur selben Zeit eingestellt worden waren. Ich glaubte dabei auch bemerken zu können, daß gerade diejenigen, welche von den direkten Sonnenstrahlen getroffen wurden, aufblühten. Ich ging deshalb näher auf die Sache ein und möchte hier die nachfolgenden Tabellen zur Illustration dessen beifügen, wobei nur noch bemerkt werden möge, daß + Sonne, — diffuses Tageslicht bedeutet.

Versuch *A*, Südfenster.

Versuchszeit	Sonne	Diffuses Tageslicht	Aufgeblüht
28./V. vormittags...........	+		ja
28./V. nachmittags.........		—	nein
29./V. vormittags..........	+		ja
29./V. nachmittags.........		—	nein
30./V. vormittags..........	+		ja
30./V. nachmittags.........		—	nein
31./V. vormittags..........	+		ja
31./V. nachmittags.........		—	nein

Versuch *B*, Westfenster.

Versuchszeit	Sonne	Diffuses Tageslicht	aufgeblüht
27./V. vormittags..........		—	nein
27./V. nachmittags.........	+		ja
28./V. vormittags..........		—	nein
28./V. nachmittags.........	+		ja
29./V. vormittags..........		—	nein
29./V. nachmittags.........	+		ja
30./V. vormittags..........		—	nein
30./V. nachmittags.........	+		ja
31./V. vormittags..........		—	nein
31./V. nachmittags.........	+		ja

Die Tabellen bedürfen wohl keiner weiteren Erläuterung.

Nun konnte einen Schritt weiter gegangen werden. Ich ließ die Vorhänge herunter und wartete ab bis zum nächsten Tage, den 1. Juni mittags, wo beim Aufziehen des Vorhanges am Südfenster mit einem Male wo möglich alle dortselbst aufgestellten Objekte von den direkten Sonnenstrahlen getroffen werden mußten. Der Erfolg ist überraschend, das Beobachten in einem vollständig ruhigen Zimmer, wo man seine ganze Aufmerksamkeit auf das Experiment allein konzentrieren kann,

so günstig, daß ich es mir an dieser Stelle nicht versagen kann, den Blühvorgang des näheren zu schildern: Mit größter Vorsicht wird der Vorhang aufgezogen, voller Spannung schaut das Auge auf die noch ruhig stehenden Ähren; da, in der nächsten halben Minute schon, nimmt man ein eigenartiges Geräusch war, ein leises Knistern: die Spelzen beginnen sich aus ihrem Verbande zu lösen, es ist das Signal zu dem nun anschließenden entzückenden Phänomen! Da und dort, oben zwischen den Spelzen, lugen schon die schön violetten Spitzen der Antheren schüchtern hervor, alsbald beginnt ein allgemeines Drängen, in jeder Blüte scheint ein Wettstreit zwischen den drei schwesterlichen Antheren zu entstehen, welche von ihnen zuerst der engen Umhausung entrücken könne! Das zarte, schwache, sich immer mehr streckende Filament vermag ihr Gewicht nicht mehr zu ertragen: es kippt um, die anderen folgen nach, kleine Staubwölkchen von Pollenkörnern um sich ausstreuend; ein eigenartiges Drehen und Zucken scheint sie zu durchbeben; sie sind oben knapp unter der Spitze geplatzt, die austretenden Antheren werden immer zahlreicher, die Staubwölkchen immer häufiger und größer, bis schließlich das Stäuben ein allgemeines ist; Millionen und aber Millionen von Pollenkörnern bedecken den Tisch rings um die Gefäße. Das alles ist das Werk von wenigen Minuten, so daß man also im wahren Sinne des Wortes das Gras nicht nur wachsen sehen, sondern auch wachsen hören kann! (Siehe Fig. 1 und 2, Tafel I.) Das Aufreißen der Antheren und Schleudern der Pollen geht manchmal mit solcher Wucht vor sich, daß Herr Prof. Molisch einmal direkt beobachten konnte, wie eine Anthere in wagrechter Linie fortgeschleudert wurde und an einer Granne hängen blieb. Wenige Tage hernach konnte auch ich dasselbe bei einem Versuch unter der gelben Senebier'schen Glocke, von der sofort die Rede sein wird, beobachten.

Nachdem ich mich so des öfteren davon überzeugt hatte, daß das direkte Sonnenlicht das Aufblühen von *Secale* in hervorragendem Maße auszulösen vermag, konnte nun auch festgestellt werden, daß das Licht allein ohne Verbindung mit Wärme diese Fähigkeit besitzt. Ich füllte zu diesem Zwecke eine Senebier'sche Glocke mit Wasser behufs Absorbierung

des größten Teiles der Wärmestrahlen und stülpte sie über die zu beobachtenden Roggenähren.

Der Kontrollversuch stand bei diesem sowie bei den folgenden Versuchen stets an einer Stelle des Zimmers, welche durch das Aufziehen des Vorhanges keine Veränderung in der Belichtung erfuhr.

Der Erfolg bei aufgezogenem Vorhange war genau derselbe wie vorher. Kontrolle: kein Aufblühen. Da nun erwiesen war, daß das Licht einen bedeutenden Einfluß besitzt, ging ich daran festzustellen, ob sowohl die blaue als auch die rote Hälfte des Spektrums den Blühvorgang auszulösen vermögen oder nur gewisse Strahlen. Ich bereitete daher für den nächsten Tag folgenden Versuch vor:

a) eine gewöhnliche Senebier'sche Glocke (mit Wasser),
b) eine orangene (mit Kaliumbichromat),
c) eine blaue (mit schwefelsaurem Kupferoxydammoniak),
d) Ähren ohne Glocke.

Jedes Glas zählte sechs Exemplare.

Da sich aber tagsdarauf die Sonne nicht zeigen wollte, entschloß ich mich, mit allerdings nicht gerade großen Erwartungen, die Objekte im diffusen Tageslichte zu beobachten und zog den Vorhang auf. Wie überrascht war ich aber, alsbald denselben Effekt wie tagszuvor verzeichnen zu können. Ich wiederholte die Versuche (am 13., 15. und 17. Juni) in Gegenwart mehrerer Personen — wie dies ja auch in den früheren Fällen geschehen war — immer mit demselben positiven Resultate, während beim Kontrollversuche niemals ein Effekt zu beobachten war. Es dürfte also wohl der Schluß berechtigt sein: Eine plötzlich eintretende größere positive Lichtintensitätsschwankung vermag den Blühvorgang in überraschend kurzer Zeit an *Secale cereale* auszulösen, und zwar fördert sowohl die blaue als auch die rote Hälfte des Spektrums dieses Phänomen, vorausgesetzt natürlich, daß die nötigen Bedingungen in der Entwicklung der Blüten gegeben sind.

Im Anschlusse daran möchte ich noch ein drastisches Beispiel anführen. Ich hatte am 21. Juni, 12^h mittags einen Versuch angestellt und zu diesem Behufe die abgeblühten Antheren mit der Pinzette (wie früher) extrahiert, wobei die Ähre in der Hand gehalten wurde, also dem Drucke der Finger und leichten

Erschütterungen ausgesetzt war. Bis Nachmittag erfolgte kein Aufblühen mehr. Um 4^h trat ein heftiges Gewitter mit sehr starker Verdunkelung ein. Kurze Zeit nachher, um $4^h 45^m$, wieder heller Sonnenschein. Ich zog den Vorhang auf. Nach wenigen Minuten war bereits wieder ein kräftiges Blühen eingetreten! Diese sehr starke und rasche positive Lichtintensitätsschwankung vermochte also bereits nach $4^3/_4$ Stunden seit dem letzten Blühen die Anthese wieder auszulösen.

Ich machte ferner Versuche, um zu erfahren, wie sich die Ähren in schwacher Beleuchtung und in völliger Dunkelheit verhalten.

Godron[1] zieht aus dem Umstande, daß unter den Gräsern keine Nachtblumen vorkommen, den etwas merkwürdigen Schluß, daß das Licht für das Aufblühen der Gräser nicht ohne Nutzen sein könne. Indes blühten ihm in einem dunklen Zimmer in Wasser gestellte und ebenso in der Botanisierbüchse gelassene Exemplare verschiedener Grasarten zur normalen Zeit oder nur wenig verspätet auf.

Ich möchte hier drei Versuche anführen, die ich in dieser Hinsicht gemacht und wiederholt habe.

1. Das Innere eines chemischen Herdes genießt vermöge seiner Lage und der Konstruktion des Herdes eine verhältnismäßig geringe Lichtintensität. Um ein möglichst deutliches Bild zu erhalten, benützte ich bei diesem sowie den folgenden zwei Versuchen stets eine größere Anzahl von Ähren (10 bis 14) und ließ sie bis zum nächsten Tage ruhig stehen.

2. Die Ähren wurden in der Dunkelkammer in einer Entfernung von 25 *cm* vor einer elektrischen Glühbirne von 32 Kerzenstärke aufgestellt.

3. Der dritte Versuch fand in den folgenden Tagen gleichfalls in der Dunkelkammer statt, jedoch ohne jegliche Lichtquelle.

Der Kontrollversuch befand sich im normalen Tageslichte im Sammlungszimmer. Die Resultate dieser drei Versuche kann ich, da sie sich decken, im folgenden zusammenfassen: Einige Ähren weisen eine normale Anthese auf, doch ist die Zahl der Blüten eine relativ geringe, ein Teil der Ährchen zeigt sich mit halbgeöffneten Spelzen und schwach hervortretenden Antheren, die übrigen sind nicht aufgeblüht.

---

[1] Godron, l. c., zitiert nach Just's Bot. Jahresber.

Die Kontrollversuche zeigen zur selben Zeit das gewöhnliche Bild einer kräftigen Anthese. Dunkelheit vermag also zwar den Blühvorgang nicht völlig aufzuhalten, wohl aber einen hemmenden Einfluß auszuüben, da an zahlreichen Ährchen »das Bestreben aufzublühen« konstatiert werden konnte.

Andere günstige Versuchsobjekte.

Im Anschlusse an das Vorhergehende möchte ich hier noch einige Versuche mitteilen, die sich auf andere Gräser beziehen.

Einige Zeit hindurch stand mir sehr kräftiges Blühmaterial von *Triticum sativum* zur Verfügung und ich benützte diese Gelegenheit, die Erfahrungen, die ich an Roggenblüten gemacht hatte, auch an solchen von Weizen bestätigen zu können.

Bei der Wiederholung der vorhergehenden Versuche über Transpiration, mit und ohne Glasglocke, über Lichtwirkung im direkten und diffusen Lichte konnte dasselbe Ergebnis verzeichnet werden wie bei *Secale cereale.*

Ein ganz hervorragend günstiges Material habe ich in *Bromus erectus* und *Br. inermis* gefunden. Diese schönen Gräser mit ihrer aufrechten, gleichmäßig ausgebreiteten Rispe sind wie geschaffen dazu, ein geradezu überraschend klares Bild einer raschen Anthese zu geben. Kaum ist man mit dem Abpflücken einiger Pflanzen fertig, als auch schon allenthalben die prachtvollen schwefelgelben bis purpurroten Antheren hervorbrechen.

Die Versuche, die ich mit *Br. erectus* und *Br. inermis* in direktem Sonnenlichte (vgl. Fig. 3, Taf. II), in diffusem Tageslichte und in der Dunkelkammer angestellt habe, bestätigten mir vollinhaltlich meine diesbezüglichen früheren Beobachtungen an *Secale* und *Triticum.* Leider war durch die Erschütterungen beim Abreißen oder Abschneiden und Nachhausetragen regelmäßig bereits eine so große Zahl von Ährchen abgeblüht, so daß sich diese Pflanze zu Zimmerversuchen weniger eignen dürfte als etwa *Secale.* Hingegen ist das Bild der ersten Anthese infolge eines mechanischen Anstoßes wegen der günstigeren Gestaltungsform und der größeren Anzahl von Ährchen bei

Bromus erectus und *inermis* ein vollkommeneres als bei *Secale cereale.*

Zur Anatomie der Lodikeln.

Hackel[1] hat in einer weiteren Arbeit auch über die Anatomie der Lodikeln, speziell von *Triticum durum,* bemerkenswerte Mitteilungen gemacht und uns dadurch im allgemeinen über den anatomischen Bau dieser zarten Gebilde in Kenntnis gesetzt. Er hat darauf hingewiesen, daß die drei Zellkomplexe, die ein normales Blatt besitzt, Haut-, Grund- und Stranggewebe auch den Lodikeln zukommen und beschreibt dann des genaueren die Epidermis- und Parenchymzellen sowie die Gefäßbündel von *Triticum durum.*

Da ich die Lodikeln einer größeren Anzahl von Gräsern zu untersuchen Gelegenheit hatte, so möchte ich an dieser Stelle nur noch eine etwas allgemeinere Beschreibung sowie anderweitige Beobachtungen und Erfahrungen beifügen.

Die Epidermis besteht meist aus langgestreckten, im Querschnitte rundlichen oder polygonalen Zellen. Dies gilt namentlich von der morphologischen Unterseite und betreffs Oberseite von der Spitze gegen die Basis zu so weit, bis die zwiebelförmige oder halbkugelige Anschwellung der Lodikel, der Schwellkörper, einsetzt. Dieser selbst ist von kürzeren und etwas breiteren Oberhautzellen überzogen, die in ihrer Flächenansicht bezüglich äußerer Form den darunter liegenden Mesophyllzellen nahe kommen. Demgemäß sind auch die Epidermiszellen jener Lodikeln, welche ihrer ganzen Ausdehnung nach kräftig turgeszent sind, an der ganzen Oberfläche kürzer und breiter als an der Unterseite und treten papillös vor, so z. B. bei *Zea Mays, Glyceria fluitans, Melica ciliata* u. a.[2]

Die Epidermis der Lodikeln besitzt keinerlei Spaltöffnungen.

---

[1] E. Hackel, Untersuchungen über die Lodiculae der Gräser. Engler, Bot. Jahrb., I (1881), p. 358. Zur Anatomie der Lodiculae.

[2] Die Lodikeln dieser drei genannten Pflanzen führen uns übrigens einen interessanten Verwachsungsprozeß vor Augen. Während nämlich die Lodikeln von *Zea Mays* mit Ausnahme der gemeinsamen Ansatzstelle an der Basis sich völlig frei entwickelt haben, sind jene von *Glyceria fluitans* an ihrer Unterseite bereits verwachsen und nur mehr an der Oberseite durch einen kleinen Spalt in der Mitte getrennt. Die Lodikeln von *Melica ciliata* hingegen sind vollends in eine einzige von bogenförmiger Gestalt übergegangen.

Die Außenwand der Epidermiszellen ist verdickt und an zarten Querschnitten läßt sich unschwer eine mehrfache Schichtung feststellen.

Haare sind bei den Lodikeln eine keineswegs seltene Erscheinung, z. B. bei *Secale cereale, Hordeum sativum, Elymus arenarius, Brachypodium pinnatum* u. a. Sie bedecken in geringerem oder höherem Grade die Oberfläche und die Seitenränder von der Mitte der Lodikel bis zur Spitze. Gewöhnlich sind sie einzellig, spitz endend, selten dreizellige Drüsenhaare. Mit Phloroglucin + Salzsäure behandelt, zeigen ihre Wände die typische Wiesner'sche Holzstoffreaktion.

Das Mesophyll wird aus gleichartigen, im Schwellkörper rundlichen, im oberen, dünnschichtigen Teile mehr langgestreckten, mit schiefen Querwänden aufeinanderstoßenden Parenchymzellen von meist sehr zarten elastischen Membranen gebildet. Der Zellkern tritt, namentlich bei Benutzung von Aufhellungs- oder Tinktionsmitteln, wie Chloralhydrat und Methylgrün-Essigsäure, gewöhnlich sehr deutlich hervor. Er ist ziemlich groß, kugelig oder, wenn länglich, an einer der Zellwände gelagert. Er besitzt eine sehr feinkörnige Struktur mit einem, hin und wieder auch mehreren Kernkörperchen (Nucleoli).

Unter dem Mikroskop in Wasser gesehen, stellt sich uns die Lodikel meist als einfaches, weißlich glänzendes Gebilde dar, dessen Einförmigkeit nur durch das zarte vielmaschige Netz der Zellkonturen und die bei etwas derberen Lodikeln als dunklere Streifen durchscheinenden Gefäßbündelstränge unterbrochen wird.

Jedoch gehören auch lebende, organoide und sonstige Inhaltskörper der Zelle keineswegs zu den Seltenheiten. So kann man des öfteren beobachten, daß, namentlich bei manchen Arten, z. B. *Sesleria coerulea*, *Bromus ciliatus*, *Br. Bibersteini* usw., der mittlere Streifen der ungeschwellten Hälfte blaßgrüne Chlorophyllkörner enthält. An ihrer Stelle kommt auch, vielleicht als Umsatzprodukt, Stärke vor (*Poa pratensis*, *Koeleria cristata*, *Festuca vaginata* u. a.). Bei *Brachypodium pinnatum* fand ich stets zu beiden Seiten dieses eben genannten Streifens — der hier übrigens stark verdickte, getüpfelte

Zellwände aufweist — in jeder Zelle je ein kleines, glänzendes Kügelchen. Bei stärkerer Vergrößerung zeigt es sich in lebhaft rotierender und schwingender Bewegung, wobei es durch sein allmähliches Wandern im Zellinneren die Protoplasmaströmung verrät, wie selbe auch in den Filamenten sehr gut zu sehen ist.

Die Zellen des Schwellkörpers dieser Pflanze sowie mancher *Bromus*-Arten, z. B. *Br. inermis*, *Br. erectus* und *Br. ciliatus*, bergen in ihrem Inneren einen kleinen Sphärit, vermutlich von Calciumoxalat, der im Polarisationsmikroskop schön aufleuchtet.

Vorläufig konnten bei diesen *Bromus*-Arten auch eigentümliche »sphäritartige« Gebilde in der oberen Hälfte der Lodikel beobachtet werden, von denen man sich am besten eine Vorstellung wird machen können, wenn man die beigegebene Fig. 4, Taf. II, betrachtet. Sie liegen, meist mehrfach zusammengesetzt, mitten in der Zelle oder unter Umständen auch dem einen oder anderen Ende genähert. Betrachtet man sie im polarisierten Lichte, so hellen sie das Gesichtsfeld nur sehr schwach auf. In konzentrierter Essigsäure lösen sie sich nicht. Bei Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure sowie mit Salzsäure tritt Lösung ein. Verdünnte Schwefelsäure läßt nach kurzer Zeit in denselben Zellen, wo diese Gebilde vorhanden waren, reichlich Krystalle anschießen, so daß die Vermutung nicht von der Hand zu weisen ist, daß vielleicht das Calcium bei der Bildung dieser »Sphärite« mitbeteiligt gewesen ist, doch ist eine genaue mikrochemische Charakteristik dieser »Krystallformen« noch ausständig.

Bemerkenswert erscheint das Vorkommen einer verhältnismäßig großen Anzahl von zarten Gefäßbündeln im Schwellkörper, die bei kräftig entwickelten Exemplaren unserer Getreidearten oft die Zahl 30 übersteigt (vgl. Fig. 5, Taf. II). Diese Tatsache findet ihre Begründung in der Rolle, welche die Lodikeln bei der Anthese spielen. Vorerst mäßig turgeszent, schwellen sie zur Zeit des Aufblühens zu augenscheinlich beinahe bis zum Platzen gefüllte Wasserreservoire an, so daß die Zellwände oft papillös vorgewölbt werden, wobei ihnen dieses treffliche Kanalisationssystem allseits die besten Dienste leistet. Offenbar sind zu diesem Zwecke in den Schwellkörperzellen Stoffe vorhanden, welche stark osmotisch wirken. Tatsache ist, daß die Fehling'sche Lösung die charakteristische Zuckerreaktion hervorruft und konzentrierte Schwefelsäure die Lodikeln rot färbt wegen der gleichzeitigen Gegenwart von Zucker und Eiweiß.

Die Gefäßbündel zeigen sehr verschiedene Entwicklungsstufen. Bei kräftigen Lodikeln bestehen sie am Querschnitte aus etwa 3 bis 8 kleinen trachealen Elementen. Ein Siebteil ist nicht vorhanden. Die parenchymatischen »Geleitzellen« sind langgestreckt mit ebensolchem Kerne, weshalb derselbe denn auch im Querschnitte zumeist getroffen erscheint, so daß diese beiden Zellgruppen, namentlich nach vorhergegangener Tinktion z. B. mit Säurefuchsin, Anilinblau oder essigsaurem Methylgrün sich dem bewaffneten Auge als kleine, zerstreutliegende Nester darbieten (vgl. Fig. 5, Taf. II). Bei großblütigen Grasarten wie *Zea*, *Secale*, *Triticum* u. a. kann man nach entsprechender Aufhellung sehr leicht den Verlauf der zarten Schraubentracheiden verfolgen und feststellen, daß sie sich im ganzen Schwellkörper verzweigen und nahe der Peripherie spindelförmig enden (vgl. Fig. 6, Taf. II). Die Wiesner'schen Holzstoffreaktionen habe ich an diesen Gefäßen oft und oft angewendet, sowohl an frischem wie an Alkoholmaterial, an vollständig entwickelten sowie an bereits eingeschrumpften Lodikeln (hauptsächlich von *Secale cereale)*; es trat jedoch niemals auch nur eine Spur von Verfärbung ein, wohl aber, wie bereits erwähnt, an den Haaren sowie am untersten, mit dem Grunde der Deckspelze und Blüte verwachsenen basalen Teile der Lodikel.

Ließ sich also bei den eben genannten Arten noch eine schraubige Verdickung nachweisen, so fällt dies bei mittelgroßen Lodikeln wie etwa von *Festuca elatior* und *F. ovina* schon schwerer, da hier die trachealen Elemente nur mehr eine schwach wellige Kontur aufweisen, die vielleicht der Ausdruck einer minimalen schraubigen Verdickung ist. Bei den kleinen Lodikeln z. B. der *Poa*-Arten sieht man nur mehr ganz feine, punktierte Stränge oder Streifen und man ist geneigt, dieselben auf Grund ihres Verlaufes als Gefäße oder Tracheiden mit keinen oder äußerst schwachen Verdickungen anzusehen.

An dieser Stelle möchte ich noch bemerken, daß ich bei meinen diesbezüglichen Untersuchungen in den Blüten von *Zea Mays* bisweilen 3 oder 4, in einem Falle sogar 5 wohlentwickelte, mit Gefäßen ausgestaltete Lodikeln beobachten konnte (vgl. Fig. 7, Taf. II).

Zum Schlusse möchte ich noch jene Arten anführen, deren Lodikeln ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ohne dabei wesentliche Unterschiede gegenüber den eben geschilderten besonderen anatomischen Merkmale aufzufinden.

Verzeichnis der untersuchten Arten:

Zea Mays.
Panicum variegatum.
Phalaris arundinacea.
» *canariensis.*
Hierochloa odorata.
Anthoxanthum odoratum.
Alopecurus pratensis.
Phleum pratense.
Agrostis vulgaris.
Apera Spica venti.
Sesleria coerulea.
Koeleria cristata.
» *glauca.*
Aira flexuosa.
Holcus lanatus.
Arrhenatherum elatius.
Avena sativa.
» *pubescens.*
Trisetum flavescens.
Melica ciliata.
» *nutans.*
Briza media.
Poa annua.
» *vivipara.*
» *nemoralis.*
Poa trivialis.
» *pratensis.*
Glyceria fluitans.
Dactylis glomerata.
Cynosurus cristatus.
Festuca ovina.
» *arundinacea.*
» *elatior.*
» *vaginata.*
Brachypodium pinnatum.
Bromus mollis.
» *erectus.*
» *inermis.*
» *sterilis.*
» *tectorum.*
» *ciliatus.*
» *Bibersteini.*
Triticum sativum.
» *repens.*
Secale cereale.
Elymus arenarius.
Hordeum sativum.
» *murinum.*
Lolium perenne.
» *temulentum.*

Zusammenfassung.

1. Wie bereits Hackel und andere Autoren festgestellt haben und hier genauer gezeigt wird, nehmen die Lodikeln bei allen jenen Grasblüten, welche sich während der Anthese öffnen, an diesem Blühvorgange hervorragenden Anteil. Sie bilden nämlich dadurch, daß sie infolge rascher und reichlicher

Wasseraufnahme aus den Nachbargeweben zu stark turgeszenten Körpern anschwellen, die Hebeleinrichtung für das Abspreizen der Deckspelze von der Vorspelze, also für das Öffnen der Blüte zum Zwecke des Stäubens.

2. Die von E. Tschermak aufgestellte Behauptung, daß die Lodikeln direkt mechanisch reizbare Organe, gewissermaßen einen exzitomotorischen Apparat darstellen, konnte nicht bestätigt werden, denn es stellte sich heraus, daß das Aufblühen von Secale auch ohne jede mechanische Reizung vor sich gehen kann und wenn auf mechanische Reizung der Blühvorgang rasch ausgelöst wird, so ist dies nicht auf eine direkte Reizung der Lodikeln, sondern vielmehr auf die Beseitigung einer bestehenden Spannung der festverbundenen Spelzen zurückzuführen, ähnlich wie dies auch Askenasy für die rapide Streckung der Filamente bei dem Auseinanderbiegen der Spelzen annimmt.

3. Die Transpiration begünstigt, wenn auch in geringem Grade, das Aufblühen der Gräser.

4. Auf Ähren, die sich bereits in einer zum Aufblühen günstigen Temperatur befanden, üben Temperaturschwankungen keinen Einfluß aus.

5. Das Licht wirkt in hervorragendem Maße auf das Aufblühen der Gräser. Positive Lichtschwankungen vermögen den Blühvorgang mit geradezu überraschender Schnelligkeit auszulösen: Roggenähren, auf welche durch Aufziehen eines Vorhanges plötzlich direktes Sonnenlicht einströmen kann, blühen binnen wenigen Minuten auf. Die blaue Hälfte des Spektrums wirkt anscheinend ebenso wie die rote, so daß die Annahme berechtigt erscheint, daß es in erster Linie auf die positive Lichtschwankung ankommt und nicht so sehr auf die Strahlengattung. Sehr schwache Beleuchtung und totale Verdunkelung wirken hemmend auf das Aufblühen.

6. Eine eingehende anatomische Untersuchung der Lodikeln, die sich auf rund 50 Arten bezog, hat gezeigt, daß an dem Aufbau der Lodikeln Haut-, Grund- und Stranggewebe Anteil nehmen. Das Grundgewebe dominiert und besorgt die rasche Anschwellung. Haarbildungen kommen nicht selten vor, Spaltöffnungen fehlen stets. Auch blaßgrüne Chlorophyllkörner,

Stärke und Sphärite können vorkommen. Außerdem sind die Lodikeln stets von Strängen, die sich aus zarten trachealen Elementen zusammensetzen, durchzogen, die merkwürdigerweise mitunter gar keine schraubige Verdickung und Verholzung erkennen lassen. Im Verhältnis zur Größe der Lodikeln sind diese Stränge recht zahlreich und können die Zahl 30 und mehr erreichen.

7. Bei *Zea Mays* wurden gelegentlich als Abnormität anstatt zwei mehrere, nämlich 3 bis 5 Lodikeln gefunden.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Secale cereale.* Ähren, die durch plötzliche Einwirkung von direktem Sonnenlicht innerhalb von 5 Minuten zum reichlichen Aufblühen gebracht worden sind.

Fig. 2. Dazu der Kontrollversuch im diffusen Lichte.

Fig. 3. *Bromus inermis*-Rispen. Derselbe Versuch wie bei 1 und 2, *b* der Kontrollversuch.

Fig. 4. *Bromus erectus.* Stück einer Lodikelepidermis mit »sphäritartigen« Bildungen. Vergr. 180.

Fig. 5. *Hordeum sativum.* Querschnitt durch eine Lodikel. g = Gefäße, n = parenchymatische »Geleitzellen«. Vergr. 50.

Fig. 6. *Zea Mays.* Lodikelpaar, gefärbt mit Magdalarot, läßt die büschelartig ausstrahlenden Stränge sehr deutlich hervortreten. f = Filamentstück. Vergr. 30.

Fig. 7. *Zea Mays.* Abnormale Bildung. Fünf wohlentwickelte, mit Stranggewebe versehene Lodikeln einer Blüte. f = Filamentstück, v = Vorspelzenrest, die Lodikel bedeckend. Vergr. 25.

1

2

Richter O. phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



3

4

5

6

7

phot. Richter O., gez. Boresch.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien